

SURFACE EMISSION SEMICONDUCTOR LASER

Publication number: JP2002270959

Publication date: 2002-09-20

Inventor: TAKAHASHI TAKASHI; ITO AKIHIRO; JIKUTANI
NAOTO; UENISHI MORIMASA; SATO SHUNICHI

Applicant: RICOH KK

Classification:

- international: **H01S5/183; H01S5/00;** (IPC1-7): H01S5/183

- European:

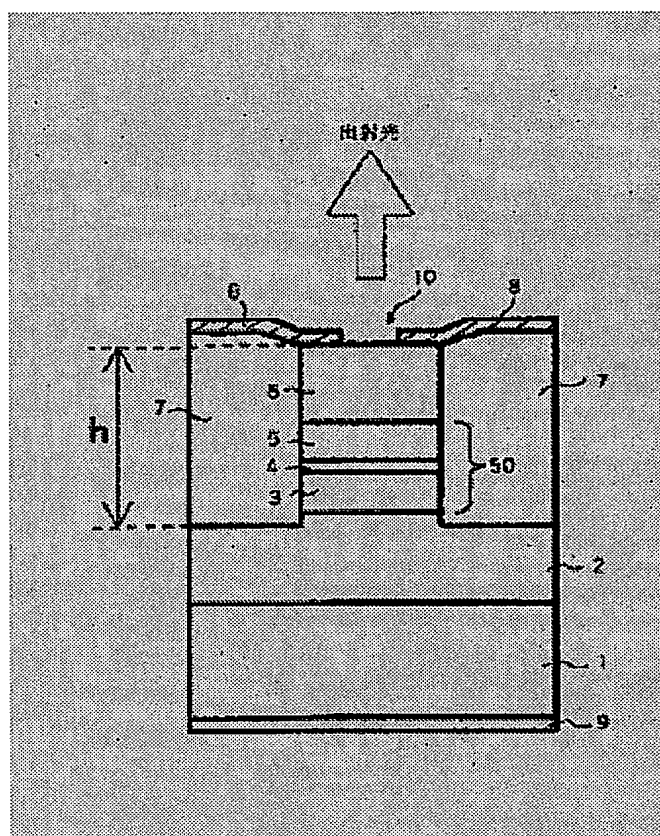
Application number: JP20010068210 20010312

Priority number(s): JP20010068210 20010312

Report a data error here

Abstract of JP2002270959

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface emission semiconductor laser in a long wavelength band of 1.1 μm or longer suitable for a single mode optical fiber in which high rate modulation can be obtained by reducing a parasitic capacitance. **SOLUTION:** The surface emission semiconductor laser has a semiconductor multilayer structure where a lower semiconductor multilayer film reflector 2, a resonator structure 50 including an active layer 4 having an oscillation wavelength of 1.1 μm or longer, and an upper semiconductor multilayer film reflector 6 are formed sequentially on a semiconductor substrate 1. A columnar structure is formed from the surface of the semiconductor multilayer structure to at least the lower end of the active layer 4 (to the surface of the lower semiconductor multilayer film reflector 2 in an example shown on Fig. 1) by etching and a polyimide film 7 of 3 μm thick or thicker is provided on the periphery of the columnar structure.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-270959

(P2002-270959A)

(43) 公開日 平成14年9月20日 (2002.9.20)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 S 5/183

識別記号

F I

H 0 1 S 5/183

テーマコード(参考)

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-68210(P2001-68210)

(22) 出願日 平成13年3月12日 (2001.3.12)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 高橋 孝志

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 伊藤 彰浩

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 100090240

弁理士 植本 雅治

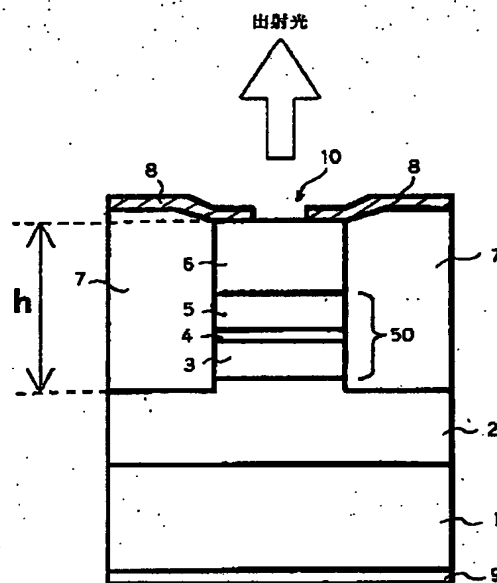
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 面発光半導体レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】 シングルモード光ファイバに適した波長1.1 μm よりも長波長帯の面発光半導体レーザ装置であって、寄生容量を低減して高速変調が可能な面発光半導体レーザ装置を提供する。

【解決手段】 この面発光半導体レーザ装置は、半導体基板1上に、下部半導体多層膜反射鏡2と、発振波長が1.1 μm よりも長波長の活性層4を含む共振器構造50と、上部半導体多層膜反射鏡6とが順次に積層されて半導体積層構造として形成されており、該半導体積層構造の表面から少なくとも活性層4の下端まで(図1の例では、下部半導体多層膜反射鏡2の表面まで)がエッチング除去により柱状構造として形成されており、該柱状構造の周辺には厚さhが3 μm 以上のポリイミド膜7が設けられている。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に、下部半導体多層膜反射鏡と、発振波長が $1.1\mu\text{m}$ よりも長波長の活性層を含む共振器構造と、上部半導体多層膜反射鏡とが順次に積層されて半導体積層構造として形成されており、該半導体積層構造の表面から少なくとも活性層の下端までがエッチング除去により柱状構造として形成されており、該柱状構造の周辺には厚さが $3\mu\text{m}$ 以上のポリイミド膜が設けられていることを特徴とする面発光半導体レーザ装置。

【請求項2】 請求項1記載の面発光半導体レーザ装置において、前記ポリイミド膜上には、上部電極に接続された配線電極およびボンディングパッドが形成されていることを特徴とする面発光半導体レーザ装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載の面発光半導体レーザ装置において、前記ポリイミド膜は、熱線膨張係数が $50 \times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ 以下であることを特徴とする面発光半導体レーザ装置。

【請求項4】 請求項2記載の面発光半導体レーザ装置において、前記ポリイミド膜の表面が酸素プラズマ処理されており、かつ、酸素プラズマ処理されたポリイミド膜の表面と接するボンディングパッドの部分および／または配線電極の部分が、TiまたはCrを含む材料で形成されていることを特徴とする面発光半導体レーザ装置。

【請求項5】 請求項2記載の面発光半導体レーザ装置において、ポリイミド膜上に形成された配線電極およびボンディングパッドの一部が半導体積層構造上に形成されていることを特徴とする面発光半導体レーザ装置。

【請求項6】 請求項1乃至請求項5のいずれか一項に記載の面発光半導体レーザ装置において、半導体基板がGaAsで構成されており、活性層がNとAsを含むIII-V族混晶半導体で構成されており、上部半導体多層膜反射鏡および下部半導体多層膜反射鏡がAlGaAs系材料で構成されていることを特徴とする面発光半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、面発光半導体レーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、 $0.85\mu\text{m}$ 帯の面発光半導体レーザ素子がギガビットイーサネット（登録商標）用光源として使われている。 $0.85\mu\text{m}$ 帯の面発光半導体レーザ素子は、マルチモード光ファイバと組み合わせられて使用されるが、マルチモード光ファイバにおいては、モード分散によって伝送容量が制限される。

【0003】これに対し、 $1.3\mu\text{m}$ 帯の面発光半導体レーザは、シングルモード光ファイバと組み合わせ使用することができる。シングルモード光ファイバではモ

2

ード分散が存在しないため、伝送帯域制限がマルチモードファイバより高帯域となっている。従って、 $1.3\mu\text{m}$ 帯の面発光半導体レーザ素子では、 $0.85\mu\text{m}$ 帯の面発光半導体レーザ素子に比べて大容量伝送に適しており、より高速に変調する必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来では、面発光半導体レーザ自身の有する寄生容量によって、面発光半導体レーザの変調周波数が制限されてしまうという問題があった。

【0005】本発明は、シングルモード光ファイバに適した波長 $1.1\mu\text{m}$ よりも長波長帯の面発光半導体レーザ装置であって、寄生容量を低減して高速変調が可能な面発光半導体レーザ装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、半導体基板上に、下部半導体多層膜反射鏡と、発振波長が $1.1\mu\text{m}$ よりも長波長の活性層を含む共振器構造と、上部半導体多層膜反射鏡とが順次に積層されて半導体積層構造として形成されており、該半導体積層構造の表面から少なくとも活性層の下端までがエッチング除去により柱状構造として形成されており、該柱状構造の周辺には厚さが $3\mu\text{m}$ 以上のポリイミド膜が設けられていることを特徴としている。

【0007】また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の面発光半導体レーザ装置において、前記ポリイミド膜上には、上部電極に接続された配線電極およびボンディングパッドが形成されていることを特徴としている。

【0008】また、請求項3記載の発明は、請求項1または請求項2記載の面発光半導体レーザ装置において、前記ポリイミド膜は、熱線膨張係数が $50 \times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ 以下であることを特徴としている。

【0009】また、請求項4記載の発明は、請求項2記載の面発光半導体レーザ装置において、前記ポリイミド膜の表面が酸素プラズマ処理されており、かつ、酸素プラズマ処理されたポリイミド膜の表面と接するボンディングパッドの部分および／または配線電極の部分が、TiまたはCrを含む材料で形成されていることを特徴としている。

【0010】また、請求項5記載の発明は、請求項2記載の面発光半導体レーザ装置において、ポリイミド膜上に形成された配線電極およびボンディングパッドの一部が半導体積層構造上に形成されていることを特徴としている。

【0011】また、請求項6記載の発明は、請求項1乃至請求項5のいずれか一項に記載の面発光半導体レーザ装置において、半導体基板がGaAsで構成されており、活性層がNとAsを含むIII-V族混晶半導体で構成されており、上部半導体多層膜反射鏡および下部半導

(3)

3

体多層膜反射鏡がAlGaAs系材料で構成されていることを特徴としている。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は本発明に係る面発光半導体レーザ装置の基本的な構成例を示す図（断面図）である。図1を参照すると、この面発光半導体レーザ装置は、半導体基板1上に、下部半導体多層膜反射鏡2と、発振波長が1.1 μm よりも長波長の活性層4を含む共振器構造5と、上部半導体多層膜反射鏡6とが順次に積層されて半導体積層構造として形成されており、該半導体積層構造の表面から少なくとも活性層4の下端まで（図1の例では、下部半導体多層膜反射鏡2の表面まで）がエッチング除去により柱状構造として形成されており、該柱状構造の周辺には厚さhが3 μm 以上のポリイミド膜7が設けられていることを特徴としている。

【0013】なお、図1において、符号3、5はスペーサ層、符号8は上部電極、符号9は下部電極、符号10は光取り出し窓である。

【0014】一般に、面発光半導体レーザ装置において、電流注入領域以外の活性層部分は、寄生容量の増大をもたらす。そこで、面発光半導体レーザ装置では、高速変調するために、電流注入領域以外の活性層部分をエッチングで除去して柱状構造を形成し、柱状構造周辺を低誘電率材料で埋め込むことにより寄生容量を低減している。

【0015】通常、エッチングは下部多層膜反射鏡に達する深さまで行われるため、エッチング深さは上部多層膜反射鏡及び共振器構造の厚さにほぼ相当する。従来の0.85 μm 帯面発光レーザにおいては、例えばAl0.2Ga0.8AsとAlAsを20周期積層した多層膜反射鏡の全層厚は2.7 μm であり、 λ 共振器構造の層厚は0.25 μm となっている。従って、エッチング深さは、約3 μm 程度となっていた。この3 μm 程度の深さを平坦に埋め込む低誘電率材料としては、一般にポリイミドが用いられている。あるいは、SiO₂やSiN_x、Al₂O₃等の誘電体絶縁層を形成した後に、ポリイミド膜を埋め込んでいる。

【0016】一方、本発明においては、エッチング深さを深くして、3 μm 以上の層厚でポリイミド膜7を埋め込んでいる。ポリイミド膜7の層厚を厚くすることで、電流注入領域以外の電極8、9間の寄生容量を低減することができる。これにより、発振波長が1.1 μm より長波長の面発光半導体レーザの変調周波数を増加させることができる。

【0017】例えば、発振波長1.3 μm の場合に、GaAsとAlAsを20周期積層した半導体多層膜反射鏡の層厚は4.1 μm となる。また、 λ 共振器の層厚は0.38 μm となる。よって、4.5 μm の深さでエッチングして柱状構造を形成することにより、少なくとも

4

活性層の下端までエッチングすることが可能となる。そして、ポリイミド膜7を4.5 μm の厚さに形成することにより、ポリイミド膜7の寄生容量を従来の67%に低減できる。また、ポリイミド膜7の厚さhを6 μm に設定した場合には、更に寄生容量を低減することができ、従来の半分の寄生容量に低減できる。

【0018】次表（表1）には、ポリイミド膜7の厚さhが3 μm 、4.5 μm 、6 μm であるときの寄生容量（100 $\mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ 面積当たりの寄生容量）が示されている。

【0019】

【表1】

	寄生容量 [pF]
半導体埋め込み	6.9
ポリイミド埋め込み	
3 μm	0.097
4.5 μm	0.086
6 μm	0.049

【0020】表1から、ポリイミド膜7の厚さhが3 μm 、4.5 μm 、6 μm と大きくなるに従い、寄生容量を小さくできることがわかる。

【0021】なお、ポリイミド膜7の厚さhは、エッチング深さを平坦に埋める必要上、エッチング深さとほぼ同じ厚さとなる。また、後述のように、ポリイミド膜7とエッチングした半導体層表面との間に絶縁膜を設ける場合には、ポリイミド膜7の厚さhはエッチング深さから絶縁膜の厚さを引いた値となる。

【0022】また、埋め込んだポリイミド膜7の厚さhが均一でない場合には、ポリイミド膜7の厚さhが薄くなっている部分では寄生容量が増加してしまう。従って、本発明において、最も薄い部分のポリイミド膜7の厚さhが3 μm 以上であるのが望ましい。

【0023】図2(a)、(b)は本発明の面発光半導体レーザ装置のより詳細な構成例を示す図である。なお、図2(a)は平面図、図2(b)は断面図である。また、図2(a)、(b)において、図1と同様の箇所には同じ符号を付している。

【0024】図2(a)、(b)の例では、ポリイミド膜7とエッチングした半導体層表面との間に絶縁膜11が設けられている。

【0025】また、図2(a)、(b)を参照すると、上部電極8には配線電極12、ボンディングパッド13が接続されている。

【0026】ところで、図2(a)、(b)の例では、ボンディングパッド13は、絶縁膜11を介して半導体層14上に形成されている。図2(a)、(b)のように、ボンディングパッド13を半導体層14上に形成し

5

た場合でも、ポリイミド膜7上に形成した配線電極12の部分の面積に相当する寄生容量は低減できる。しかしながら、寄生容量をより一層低減するには、ボンディングパッド13をポリイミド膜7上に形成するのが良い。

【0027】図3(a), (b)は図2(a), (b)の面発光半導体レーザ装置の変形例を示す図である。図3(a), (b)を参照すると、この面発光半導体レーザ装置は、ポリイミド膜7上に、配線電極12及びボンディングパッド13が形成されている。

【0028】すなわち、図3(a), (b)の例では、半導体層とオーミック接触を形成する上部電極8を除いて、上部電極8、配線電極12、ボンディングパッド13と下部電極9との間に低誘電率のポリイミド膜7を厚さ3 μ m以上埋め込んでいる。従って、電極8、12、13と電極9との間の寄生容量をより一層低減して、変調周波数を増加させることができる。

【0029】図4には、配線電極12とボンディングパッド13をポリイミド膜7上に形成した場合(図3の例の場合)の周波数伝達関数の周波数依存性が符号(a)で示されている。また、図4には、比較のため、ボンディングパッド13を半導体層14上に形成した場合(図2の例の場合)の周波数伝達関数の周波数依存性が符号(b)で示されている。図4から、配線電極12とボンディングパッド13をポリイミド膜7上に形成した場合には、ボンディングパッド13を半導体層14上に形成した場合に比べて、周波数伝達関数は周波数が高くなっても差程低下せず、従って、変調周波数を増加させることができることがわかる。

【0030】なお、上述した面発光半導体レーザ装置において、ポリイミド膜7は、熱線膨張係数が $50 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ 以下であるのが良い。

【0031】従来、ポリイミド膜を厚く形成すると、ポリイミドの熱処理硬化後に素子にクラックが生じたり、応力がかかって素子寿命の低下をもたらしてしまう場合があった。そのため、従来の0.85 μ m帯面発光レーザにおいては、2~3 μ m程度のポリイミド埋め込み厚さとなっていた。これに対し、ポリイミド膜7の熱線膨張係数を $50 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ 以下となるように適切に選択することにより、3 μ m以上の厚さでポリイミド膜7を埋め込んでも、クラックや剥離等は生じず、また、素子寿命の低下も生じなかった。

【0032】そして、ポリイミド膜7を3 μ m以上の厚さで形成することができたため、電極8、12、13と電極9との間の寄生容量を低減して、レーザの変調周波数を増加させることができた。

【0033】図5は図3の面発光半導体レーザ装置の変形例を示す図である。図5の面発光半導体レーザ装置では、例えば図3の面発光半導体レーザ装置において、ポリイミド膜7の表面が酸素プラズマ処理されており、かつ、酸素プラズマ処理されたポリイミド膜7の表面(酸

(4)

6

素プラズマ処理された領域)20と接するボンディングパッド13の部分および/または配線電極12の部分が、TiまたはCrを含む材料で形成されている。

【0034】具体的には、上部電極8は例えばAuZn/Auで形成され、配線電極12、ボンディングパッド13は例えばTi/AuまたはCr/Auで形成されている。

【0035】このように、ポリイミド膜7の表面近傍を酸素プラズマ処理することによって、酸素原子がポリイミド膜7中に取り込まれる。そして、その上に、例えば1層目にTiまたはCrを含む配線電極12および/またはボンディングパッド13を形成すると、ポリイミド膜7と配線電極12および/またはボンディングパッド13との界面にTiO_xまたはCrO_xが形成されて、ポリイミド膜7と配線電極12および/またはボンディングパッド13との接合力が強固になる。従って、ポリイミド膜7上に形成したボンディングパッド13にワイヤボンディングを行う場合に、ボンディングパッド13や配線電極12の膜はがれを防止することができる。

【0036】図6(a), (b)は図3(a), (b)の面発光半導体レーザ装置の他の変形例を示す図である。図6(a), (b)の面発光半導体レーザ装置では、例えば図3の面発光半導体レーザ装置において、ポリイミド膜7上に形成された配線電極12およびボンディングパッド13の一部が半導体積層構造14上に形成されている。

【0037】ここで、上部電極8、配線電極12、ボンディングパッド13は、例えばAuZn/Auで形成されている。

【0038】このように、図6(a), (b)の面発光半導体レーザ装置では、配線電極12及びボンディングパッド13の周辺部が半導体積層構造14上に形成されている。例えば、配線電極12及びボンディングパッド13の周辺部の5~10 μ m幅が半導体積層構造14にはみ出している。

【0039】このような構成では、上部電極8のアニール処理時に、配線電極12及びボンディングパッド13のAu系電極が半導体積層構造14の半導体層と合金化する。これにより、配線電極12及びボンディングパッド13の密着性が向上し、ワイヤボンディング時に、配線電極12及びボンディングパッド13の膜はがれを防止することができる。

【0040】一方、配線電極12及びボンディングパッド13の大部分の面積は、厚さ3 μ m以上のポリイミド膜7上に形成されているため、寄生容量の増加を抑制することができる。

【0041】なお、図6(a), (b)の例では、配線電極12及びボンディングパッド13が形成された半導体積層構造14の表面には、プロトンイオンが注入されて半絶縁性になっている。図6(b)において、符号1

50

(5)

7

5はプロトン注入領域である。このように、素子以外のメサ頂上表面近傍にプロトンイオンが注入されて半絶縁化されていることにより、素子以外のメサ頂上部に電流が注入されることを防止できる。

【0042】また、図7(a)、(b)は図6(a)、(b)の面発光半導体レーザ装置の変形例を示す図である。図7(a)、(b)の面発光半導体レーザ装置では、配線電極12及びボンディングパッド13の周辺部が、絶縁膜11をはさんで半導体積層構造14上に形成されている。例えば、配線電極12及びボンディングパッド13の周辺部の5〜10 μ m幅が半導体積層構造14にはみ出している。

【0043】ここで、上部電極8は例えばAuZn/Auで形成され、配線電極12、ボンディングパッド13は例えばTi/AuまたはCr/Auで形成され、また、絶縁膜11は例えばSiO₂で形成されている。

【0044】このような構成では、1層目にTiまたはCrを含む配線電極12、ボンディングパッド13をSiO₂絶縁膜11上に形成すると、SiO₂絶縁膜11と配線電極12、ボンディングパッド13との界面にTiO_xまたはCrO_xが形成されて、接合力が強固になる。従って、ボンディングパッド13にワイヤボンディングを行う場合に、ボンディングパッド13や配線電極12の膜はがれを防止することができる。

【0045】一方、配線電極12およびボンディングパッド13の大部分の面積は、厚さ3 μ m以上のポリイミド膜7上に形成されているため、寄生容量の増加を抑制することができる。

【0046】上述した各例の面発光半導体レーザ装置において、半導体基板1は、例えばGaAsで構成されており、活性層4は、例えばNとAsを含むIII-V族混晶半導体で構成されており、上部半導体多層膜反射鏡6および下部半導体多層膜反射鏡2は、例えばAlGaAs系材料で構成されている。

【0047】なお、活性層4は、具体的には、GaAsN、GaInNAs、GaAsNSb、GaInNAsSbなどで構成される。

【0048】このような面発光半導体レーザ装置では、活性層4がNとAsを含むIII-V族混晶半導体で構成されているので、GaAs基板1上に、波長1.1 μ mよりも長波長で発光する活性層4を形成できる。また、NとAsを含むIII-V族混晶半導体は、GaAsまたはAlGaAsとヘテロ接合を形成したときに、伝導帯バンド不連続を200meV以上と大きく取ることができるので、NとAsを含むIII-V族混晶半導体から成る活性層4に電子を有効に閉じ込めることができる。

【0049】また、この場合、半導体多層膜反射鏡2、6を、GaAs基板1と格子整合するAlGaAs系材料で構成することができる。例えば、GaAs高屈折率層とAlAs低屈折率層を交互に積層して半導体多層膜

8

反射鏡2、6を形成できる。この場合、高屈折率層と低屈折率層との屈折率差を大きく取れるため、より少ない層数で高反射率が得られる。また、半導体多層膜反射鏡2、6の熱抵抗を低くできるため、放熱性に優れている。

【0050】従って、1.1 μ mよりも長波長帯において、温度特性の良好な面発光半導体レーザを提供できる。

【0051】図8は本発明の面発光半導体レーザ装置の具体例を示す図である。図8の例では、面発光半導体レーザ装置は、n型GaAs基板1上に、n型GaAs/AlAs DBR2、GaAsスペーサ層3、GaInNAs/GaAs多重量子井戸活性層4、GaAsスペーサ層5、AlAs層51、p型GaAs/AlAs DBR6が順次に積層され、p型GaAs/AlAs DBR6からn型GaAs/AlAs DBR2の表面までがエッチング除去されてポスト状(柱状)構造として形成され、AlAs層51が選択されてAlO_x絶縁層(電流狭さく層)52が形成されている。

【0052】そして、ポスト状(柱状)構造の周囲には、SiN膜55を介してポリイミド膜7が設けられている。そして、p型GaAs/AlAs DBR6上およびポリイミド膜7上にはp側電極(8、12、13)が設けられ、また、n型GaAs基板1の裏面にはn側電極9が形成されている。

【0053】この面発光半導体レーザ装置の活性層4は、発振波長が例えば1.3 μ mであり、ポリイミド膜7の厚さhは5 μ m、SiN膜55の膜厚は0.1 μ mである。

【0054】この面発光半導体レーザ装置では、ポリイミド膜7の厚さhが5 μ mとなっていることにより、電極8、12、13と電極9との間の寄生容量を低減することができる。1.3 μ mの面発光半導体レーザの変調周波数を増加させることができる。

【0055】

【発明の効果】以上に説明したように、請求項1乃至請求項6記載の発明によれば、半導体基板上に、下部半導体多層膜反射鏡と、発振波長が1.1 μ mよりも長波長の活性層を含む共振器構造と、上部半導体多層膜反射鏡とが順次に積層されて半導体積層構造として形成されており、該半導体積層構造の表面から少なくとも活性層の下端までがエッチング除去により柱状構造として形成されており、該柱状構造の周辺には厚さが3 μ m以上のポリイミド膜が設けられているので、シングルモード光ファイバに適した波長1.1 μ mよりも長波長帯の面発光半導体レーザ装置において、寄生容量を低減して高速変調が可能になる。

【0056】特に、請求項2記載の発明によれば、請求項1記載の面発光半導体レーザ装置において、前記ポリイミド膜上には、上部電極に接続された配線電極および

(6)

9

ボンディングパッドが形成されているので、寄生容量をより一層低減して、変調周波数を増加させることができる。

【0057】また、請求項3記載の発明によれば、請求項1または請求項2記載の面発光半導体レーザ装置において、前記ポリイミド膜は、熱線膨張係数が $50 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ 以下であるので、 $3 \mu\text{m}$ 以上の厚さでポリイミド膜を埋め込んでも、クラックや剥離等は生じず、また、素子寿命の低下を防止できる。

【0058】また、請求項4記載の発明によれば、請求項2記載の面発光半導体レーザ装置において、前記ポリイミド膜の表面が酸素プラズマ処理されており、かつ、酸素プラズマ処理されたポリイミド膜の表面と接するボンディングパッドの部分および／または配線電極の部分が、TiまたはCrを含む材料で形成されているので、ポリイミド膜上に形成したボンディングパッドにワイヤボンディングを行う場合に、ボンディングパッドや配線電極の膜はがれを防止することができる。

【0059】また、請求項5記載の発明によれば、請求項2記載の面発光半導体レーザ装置において、ポリイミド膜上に形成された配線電極およびボンディングパッドの一部が半導体積層構造上に形成されているので、上部電極のアニール処理時に、配線電極及びボンディングパッドのAu系電極が半導体積層構造の半導体層と合金化することにより、配線電極及びボンディングパッドの密着性が向上し、ワイヤボンディング時に、配線電極及びボンディングパッドの膜はがれを防止することができる。

【0060】また、請求項6記載の発明によれば、請求項1乃至請求項5のいずれか一項に記載の面発光半導体レーザ装置において、半導体基板がGaAsで構成されており、活性層がNとAsを含むIII-V族混晶半導体で構成されており、上部半導体多層膜反射鏡および下部半導体多層膜反射鏡がAlGaAs系材料で構成されているので、 $1.1 \mu\text{m}$ よりも長波長帯において、温度特性の良好な面発光半導体レーザを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る面発光半導体レーザ装置の基本的

10

な構成例を示す図（断面図）である。

【図2】本発明の面発光半導体レーザ装置のより詳細な構成例を示す図である。

【図3】図2(a), (b)の面発光半導体レーザ装置の変形例を示す図である。

【図4】配線電極とボンディングパッドをポリイミド膜上に形成した場合（図3の例の場合）の周波数伝達関数の周波数依存性を示す図である。

【図5】図3の面発光半導体レーザ装置の変形例を示す図である。

【図6】図3の面発光半導体レーザ装置の他の変形例を示す図である。

【図7】図3の面発光半導体レーザ装置の他の変形例を示す図である。

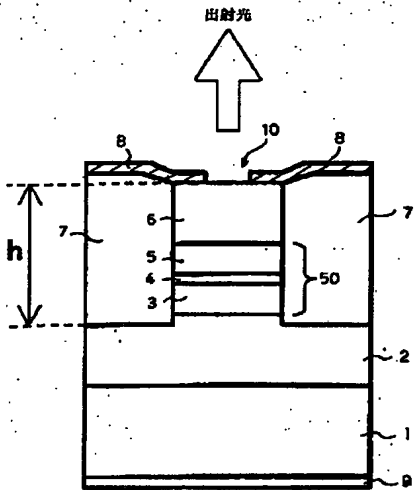
【図8】本発明の面発光半導体レーザ装置の具体例を示す図である。

【符号の説明】

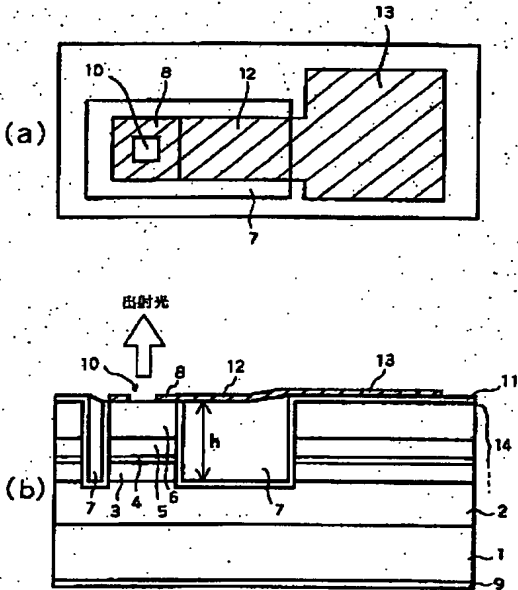
1	半導体基板
2	下部半導体多層膜反射鏡
3	スペーサ層
4	活性層
5	スペーサ層
6	上部半導体多層膜反射鏡
7	ポリイミド層
8	上部電極
9	下部電極
10	光取り出し窓
11	絶縁膜
12	配線電極
13	ボンディングパッド
14	半導体積層構造
15	プロトン注入領域
20	酸素プラズマ処理された領域
50	共振器構造
51	AlAs層
52	AlO _x 絶縁層
55	SiN膜

(7)

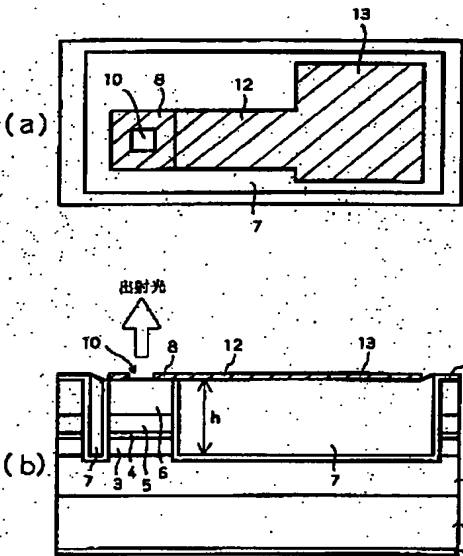
【図1】



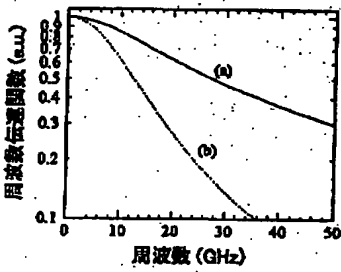
【図2】



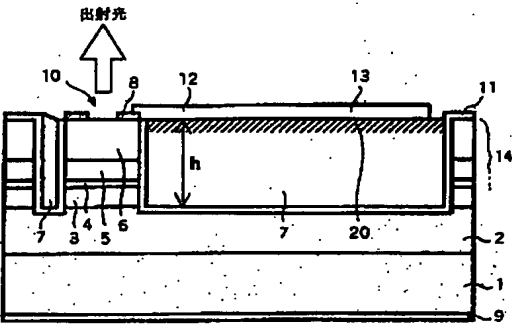
【図3】



【図4】

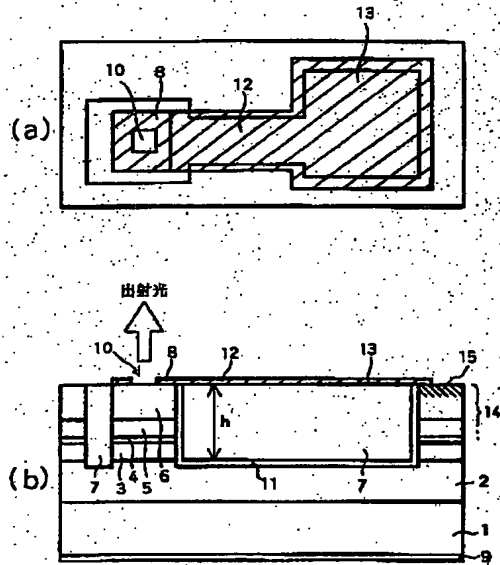


【図5】

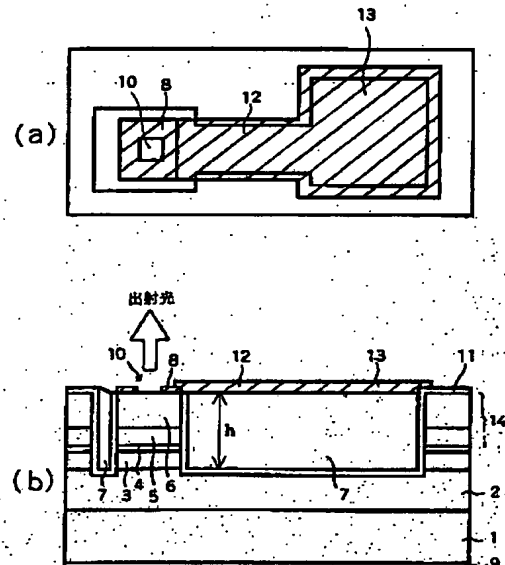


(8)

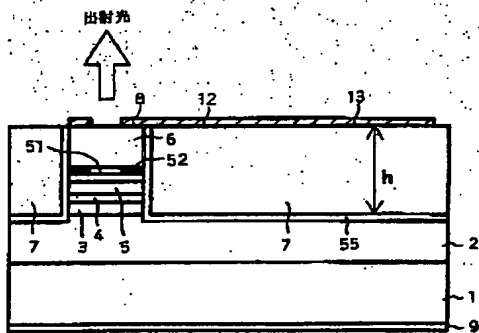
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72) 発明者 軸谷 直人
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
 会社リコー内
 (72) 発明者 上西 盛聖
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
 会社リコー内

(72) 発明者 佐藤 俊一
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
 会社リコー内
 Fターム(参考) 5F073 AA74 AB17 BA02 CA07 CA17
 CA20 CB02 CB22 DA35 EA14